

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(РОСПАТЕНТ)

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-5, 123995
Телефон 240 60 15. Телекс 114818 ПДЧ. Факс 243 33 37

Наш № 20/12-176

«3» апреля 2003 г.

С П Р А В К А

Федеральный институт промышленной собственности (далее – Институт) настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы, реферата и чертежей (если имеются) заявки № 2001127653 на выдачу патента на изобретение, поданной в Институт в октябре месяце 05 дня 2001 года (05.10.2001).

Название изобретения:

Устройство для измерения уровня жидкости

Заявитель:

БАЛИН Николай Иванович
ДЕМЧЕНКО Александр Петрович

Действительные авторы:

БАЛИН Николай Иванович
ДЕМЧЕНКО Александр Петрович

Заведующий отделом 20



А.Л.Журавлев

2001127653



2 0 0 1 1 2 7 6 5 3

G01F23/28

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

Изобретение относится к устройствам индикации уровня жидкости путем измерения параметров звуковых волн проходящих по волноводу и отраженных от поверхности жидкости.

Измерительные устройства с волноводом, как правило, содержат отражатели, расположенные на волноводе. Звуковая волна импульсного акустического сигнала распространяется по части волновода, находящейся в воздухе, отражаясь от отражателей, расположенных на известных расстояниях, и также отражается от поверхности жидкости. Расстояние определяется путем измерения времени прохождения эхосигналов. Сигналы от отражателей служат для калибровки и повышения точности измерения.

Известно А.С. СССР № 560144 с приоритетом 21.01.75, МПК G01F23/28, «Устройство для измерения уровня жидкости» содержащее акустический канал, выполненный в виде полой трубы с отверстием, погруженной в жидкость, на конце которой, вне жидкости, установлено приемно-излучающее устройство. Внутренняя поверхность акустического канала снабжена канавками, которые образуют уступы, направленные в сторону приемно-излучающего устройства.

Изобретение по патенту США № 4909080 с приоритетом 29.08.88 «Ультразвуковой прибор для измерения уровня жидкости в баке» содержит приемопередатчик и пустотелый трубчатый волновод.

«Датчик уровня с акустическим волноводом» по заявке Франции 2596515 МПК G01F23/28, имеет преобразователь, закрепленный вне жидкости и излучающий импульс в длинный волновод, нижняя часть которого погружена в жидкость.

Известны изобретения по заявке Великобритании № 2265005 и заявке № 2265219 с одинаковым приоритетом 21.03.92 , МПК G01F23/28, «Датчик уровня жидкости». Датчик содержит трубу с набором отражателей, установленных по длине трубы, идущей вверх от преобразователя. Жидкость заполняет трубу до того же уровня, что и снаружи трубы. На внутренней поверхности трубы имеется слой звукопоглощающей массы. Высота поверхности жидкости, согласно второму изобретению, рассчитывается по отношению разности между временами распространения импульсов, отраженных двумя наиболее высоко расположенными и находящимися в жидкости отражателями и разности между временами распространения импульсов, отраженных от поверхности жидкости и наиболее высоко расположенным отражателем.

Патент США № 5471872 с приоритетом 7.01.94, МПК G01F23/296 «Акустический уровнемер жидкости» содержит первый акустический волновод, к которому в процессе работы подсоединяются акустические передатчик и приемник и второй акустический волновод, содержащий реперные отражатели в виде отверстий. Волноводы соединены угловой секцией, в которой установлены отражатели, предназначенные для углового отражения.

Известно изобретение по заявке ЕР 845663 с приоритетом 21.11.97, МПК G01F23/296 «Способ измерения уровня жидкости с помощью ультразвукового эхосигнала». Датчик установлен на дне емкости с жидкостью, на датчике установлена труба с репером. Измерение уровня жидкости производится с помощью репера, установленного на заранее известном расстоянии.

Техническое решение по заявке РСТ 9102950, МПК G01F23/28 «Способ и устройство для определения уровня жидкости в резервуарах с использованием

акустического волновода» содержит основной канал измерения и опорный, для измерения скорости звука в объеме среды. Каждый канал содержит приемопередатчик и волновод в виде трубы проходящей от дна резервуара до поверхности среды.

В рассмотренных конструкциях не решена задача акустического согласования электроакустических преобразователей мембранных типа с большим внутренним сопротивлением, работающих в воздухе, с волноводами, что не позволяет повысить мощность излучения и увеличить дальность измерения.

Наиболее близким по технической сущности является изобретение, изложенное в заявке Франции 2672678, МПК G01F23/28 «Способ и устройство для измерения уровня поверхности раздела двух различных жидкостей или жидкости и газа». Устройство содержит несколько отражателей, размещенных на волноводе на разных расстояниях от электроакустического преобразователя.

В данной конструкции также не решается задача хорошего согласования мембранных электроакустических преобразователя с волноводом при работе в воздухе.

Технический результат достигаемый в предлагаемом изобретении заключается в решении задачи акустического согласования в воздухе электроакустического мембранных преобразователя и волновода. Решение задачи согласования обеспечивает достаточные уровни отраженных от жидкости сигналов на предельных дистанциях и минимальное переотражение от начала волновода. Достигаются минимальные уровни естественных помех (из-за возможной вибрации преобразователя) и главное – минимальные переотражения сигналов от начала волновода. Уменьшение помех приводит к повышению точности измерения расстояния до жидкости.

Указанный результат достигается следующим.

Устройство для измерения уровня жидкости содержит корпус устройства, электроакустический преобразователь и акустический волновод с отражателями, который погружается в жидкость.

Для того, чтобы устройство было прочным, взрывобезопасным, устойчивым к перепадам давления, к агрессивной среде, парам кислот и так далее, корпус собственно электроакустического преобразователя выполнен герметичным, а излучающий элемент в виде металлической мембранны.

Такое выполнение электроакустического преобразователя позволяет создавать короткие акустические импульсы за счет изгибных колебаний металлической мембранны. Акустический волновод выполнен в виде трубы или отдельных труб и присоединен к основному корпусу устройства посредством жесткой соединительной муфты. Внутри соединительной муфты между мембраной электроакустического преобразователя и входным отверстием волновода выполнен узел акустического согласования с полостью, соединенной с полостью волновода посредством диафрагмы с каналом.

Корпус электроакустического преобразователя присоединен к основному корпусу устройства через демпфирующий элемент, служащий акустической и вибрационной развязкой между корпусом электроакустического преобразователя и корпусом устройства.

Данная конструкция позволяет достичь указанной цели благодаря следующему.

Корпус устройства для измерения уровня жидкости соединен с волноводом посредством соединительной муфты, что с одной стороны обеспечивает необходимую жесткость конструкции, с другой стороны дает возможность разместить между электроакустическим преобразователем и волноводом узел акустического согласования.

Так как электроакустический преобразователь присоединен к основному корпусу устройства через демпфирующий элемент, то колебания преобразователя не передаются на корпус и далее через соединительную муфту на стенки акустического волновода, что могло бы создать дополнительные помехи при приеме из-за создания в корпусе муфты и стенках акустического волновода колебаний, которые распространяясь и отражаясь в отдельных деталях конструкции могут возвратиться к электроакустическому преобразователю в виде помехи. Благодаря демпфирующему элементу, в режиме приема электроакустический преобразователь не воспринимает возникающие в волноводе, соединительной муфте и корпусе паразитные колебания, которыми могут быть вибрации конструкции на рабочей частоте, возникающие из-за работы посторонних механизмов, создающих вибрации узлов датчика на рабочей частоте.

Узел акустического согласования образует между мембраной электроакустического преобразователя и волноводом полость с диафрагмой с каналом. В режиме излучения данная полость с диафрагмой согласует высокое выходное акустическое сопротивление упругого мембранныго преобразователя с низким сопротивлением нагрузки, которой является часть акустического волновода, находящаяся в воздухе. В режиме приема полость с диафрагмой работает как устройство согласования в обратном направлении, обеспечивая хорошее преобразование энергии акустической волны отраженных полезных сигналов от поверхности жидкости и отражателей в колебания мембранны электроакустического преобразователя. Это происходит за счет согласования низкого сопротивления начала волновода, являющегося источником сигналов в режиме приема, с высоким сопротивлением приемника (мембранны электроакустического преобразователя).

Необходимость подобных согласований может быть обоснована следующими соображениями. Жесткая металлическая мембрана может создавать большие усилия при относительно небольших перемещениях, а в воздухе для достижения

сильного акустического сигнала необходимы большие перемещения при достаточно небольших усилиях (акустических давлениях). Эту задачу решает узел акустического согласования, действующий как акустический резонатор, преобразующий малые перемещения мембранны в большие перемещения воздуха на входе акустического волновода.

При приеме наоборот, большие колебания воздуха в волноводе, но с небольшими давлениями, преобразуются в небольшие по амплитуде колебания воздуха в полости узла акустического согласования но с бо́льшим усилием, что позволяет «раскачать» жесткую мембрану в режиме приема, увеличивая тем самым чувствительность электроакустического преобразователя к сигналу из акустического волновода.

Сочетание признаков данной конструкции позволяет достичь максимального соотношения сигнал/помеха на выходе электроакустического преобразователя, что обеспечивает необходимую дальность работы устройства в сочетании с высокой точностью. Помехи, которые минимизируются в данной конструкции – акустические сигналы двух и более кратных переотражений акустических импульсов от элементов конструкции, которые могут накладываться на полезный сигнал.

В частных случаях выполнения устройства указанные эффекты усиливаются и развиваются.

Узел акустического согласования может быть выполнен в виде стакана из демпфирующего материала с каналом в диафрагме, при этом полость стакана обращена к мемbrane, а канал в диафрагме к отверстию соединительной муфты. В этом случае достигается более точное акустическое согласование и дополнительное поглощение переотраженных акустических сигналов.

При большом числе отражателей, установленных на волноводе, возможно появление ошибки в определении времени распространения сигналов от отдельных отражателей из-за наложения на сигнал от не первого отражателя, сигнала от

вышерасположенного отражателя, претерпевшего переотражение от верхнего конца волновода.

Для устранения этого нежелательного эффекта следует согласовать электроакустический преобразователь в режиме приема с волноводом. Необходимо такое согласование, при котором отраженные сигналы полностью поглощались мембраной электроакустического преобразователя. В данном устройстве это достигается наличием узла акустического согласования, который выполняет роль резонатора Гельмгольца, полость которого ограничена мембраной электроакустического преобразователя. При настройке резонатора в соответствии с нижеприведенными соотношениями, акустическая энергия отраженных сигналов полностью поглощается резонатором и в конечном счете поглощается мембраной, то есть акустическая энергия колебаний воздуха полностью переходит в энергию механических колебаний мембранны электроакустического преобразователя в режиме приема.

Если наружная поверхность стакана, обращенная к соединительной муфте, покрыта демпфирующим материалом, то исключаются возможность проникновения вибраций к электроакустическому преобразователю в холодное время года, так как поверхность стакана может примерзнуть к поверхности соединительной муфты.

В частном случае выполнения устройства стакан может быть выполнен составным, состоящим из втулки и диафрагмы с каналом в виде шайбы.

Для наилучшего согласования размеры полости и размеры диафрагмы должны быть связаны примерным соотношением

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{V \cdot L}} \quad (1);$$

где

f_0 - рабочая частота электроакустического преобразователя,

*Задача
№ 64. Чеб
20.64. Чеб*

c – скорость звука,

S - площадь отверстия канала диафрагмы,

V – объем полости,

L – длина канала диафрагмы.

Для того чтобы обеспечить защиту электроакустического преобразователя устройства, в том числе пьезоэлемента и электрической схемы от паров агрессивных жидкостей и для повышения взрывобезопасности при работе с горючими жидкостями, электроакустический преобразователь выполнен герметичным.

Для удобства монтажа волновод выполняется из отдельных труб, соединенных между собой посредством переходных муфт. Отражатели устанавливаются в местах соединения труб и выполнены, например, в виде шайб отражателя с диаметром, отличающимся от внутреннего диаметра трубы.

Отражатели по длине трубы могут быть выполнены в виде отверстий или в виде стержней, закрепленных во внутренних стенках труб.

При выполнении отражателей в виде отверстий создаются неоднородности в материале трубы, от которых акустические волны, распространяющиеся в ее теле трубы дополнительно отражаются.

В случае, если измерения ведутся в среде с повышенным, относительно атмосферного, давлением, в корпусе электроакустического преобразователя и узле акустического согласования выполняются компенсационные отверстия для выравнивания давления между полостью акустического волновода и внутренней полостью электроакустического преобразователя. В компенсационном отверстии корпуса электроакустического преобразователя устанавливается фильтр пропускающий воздух и не пропускающий влагу и другие пары.

В другом варианте выполнения конец акустического волновода соединен с промежуточным волноводом, выполненным Г-образной или Т-образной формы.

Часть промежуточного акустического волновода, которая расположена под углом к акустическому волноводу, присоединена к корпусу устройства посредством соединительной муфты. В остальном конструкция идентична первому варианту.

В этом случае корпус устройства, электроакустический преобразователь и соединительная муфта расположены под углом к оси акустического волновода.

Чтобы обеспечить акустическое согласование электроакустического преобразователя с акустическим волноводом отрезок промежуточного волновода от соединительной муфты до оси основного волновода должен иметь длину (несколько полуволн) в диапазоне

$$(1 \div 3) \cdot \frac{c}{2f_0} \quad (2).$$

При Т-образной форме волновода длина тупиковой его части также должна быть кратна целому числу полуволн акустического сигнала т.е. соответствовать условию (2).

Для того чтобы можно было промывать волновод, а также производить измерения уровня жидкости через трубу волновода контактными методами в месте изгиба Г-образного или Т-образного промежуточного волновода, может быть установлен шаровой клапан. В одном положении клапана полость узла акустического согласования сообщена с полостью волновода, а в другом положении полость волновода сообщена с внешней средой.

Сочетание признаков изобретения обеспечивает конструкции в обоих вариантах выполнения ранее неизвестные, неочевидные свойства.

Узел акустического согласования с полостью, соединенной с полостью волновода посредством диафрагмы с отверстием, представляет по своей сущности резонатор Гельмгольца, в котором одна из стенок является мембраной,

использованный по новому назначению. В данной конструкции он выступает в двух ролях: согласователя и поглотителя.

Обычно резонаторы Гельмгольца в акустике используются как резонансные поглотители в звукопоглощающих конструкциях. («Справочник по технической акустике», пер. с нем., Под ред. М. Хекла и Х.А. Мюллера – Л., Судостроение, 1980г. стр. 309-313).

В данной конструкции он применен и в качестве согласующего элемента между электроакустическим преобразователем и акустическим волноводом, как в режиме приема, так и излучения, что обеспечивает максимальное использование энергии колеблющейся мембранны при излучении и максимальное преобразование полезного сигнала в колебания мембранны при приеме.

Использование соединительной муфты между корпусом устройства и волноводом обеспечивает жесткость и технологичность конструкции. Паразитные вибрационных и акустические колебания не проникают к электроакустическому преобразователю благодаря демпфирующему элементу, устанавливаемому между корпусом и преобразователем.

Конструкция изобретения поясняется чертежами.

На фиг. 1 приведена общая конструкция устройства.

На фиг. 2 разрез устройства.

На фиг. 3 конструкция узла акустического согласования.

На фиг. 4 конструкции отражателей установленных на волноводе.

На фиг. 5 устройство с Г-образным промежуточным волноводом.

На фиг. 6 устройство с Т-образным промежуточным волноводом и шаровым клапаном.

Устройство для измерения уровня жидкости содержит электроакустический преобразователь 2 с мембраной 6 в корпусе 3 и акустический волновод 4 с отражателями 5, погруженный в жидкость (Фиг. 1 и Фиг 2).

Акустический волновод 4 выполнен в виде трубы или нескольких труб 7 и присоединен к корпусу 1 устройства посредством соединительной муфты 8. Внутри соединительной муфты 8 (Фиг.2) между мембраной 6 электроакустического преобразователя 2 и входным отверстием волновода 4 выполнен узел акустического согласования 9 с полостью 10. Полость 10 соединена с полостью волновода посредством диафрагмы 11 с каналом 14.

Корпус 3 электроакустического преобразователя 2 присоединен к корпусу 1 устройства через демпфирующий элемент 12, служащий акустической развязкой между электроакустическим преобразователем 2 и корпусом 1 устройства. Чтобы корпус 3 электроакустического преобразователя был полностью акустически развязан от корпуса 1 устройства он установлен через резиновые кольца 29 и прикреплен через демпфирующую прокладку 28. Электроакустический преобразователь 2, также как и основной корпус 1 выполнен герметичным, на мемbrane 6 с внутренней стороны прикреплен, например, пьезоэлемент 27 работающий на излучение и прием. (Заметим, что электроакустический преобразователь может быть и электромагнитным, т.е. колебания мембранны из ферромагнитного материала могут создаваться и приниматься электромагнитом-катушкой с сердечником). Электрические схемы обеспечивающие генерацию сигналов, подаваемых на пьезоэлемент (на электроакустический преобразователь) и схемы обработки сигналов на фигурах не показаны.

Узел акустического согласования 9 выполнен в виде стакана 13 с каналом 14 диафрагмы 11, при этом полость 10 стакана 13 обращена к мемbrane 6, а канал 14 в стакане 13 к отверстию 15 соединительной муфты 8. Поверхность 16 стакана 13, обращенная к отверстию 15 соединительной муфты 8, покрыта демпфирующим материалом 17.

Стакан 13 может быть выполнен составным, состоящим из втулки 18 и диафрагмы в виде шайбы 19 (Фиг 3).

На Фиг. 3 показана полость 10, канал 14 диафрагмы 11 и указана его длина l . Размеры полости 10 и размеры канала 14 диафрагмы 11 связаны соотношением (1).

В некоторых случаях удобно, чтобы основной корпус 1 устройства и соединительная муфта располагались сбоку, под углом к акустическому волноводу 4 (Фиг. 5 и Фиг. 6). Тогда между соединительной муфтой 8 и акустическим волноводом 4 установлен промежуточный акустический волновод Г-образной 20 (Фиг. 5) или Т-образной 21 формы (Фиг. 6), а соединительная муфта 8 присоединена к части промежуточного акустического волновода (20, 21), расположенной под углом к акустическому волноводу 4.

В случае выполнения устройства с промежуточным волноводом отрезок промежуточного акустического волновода от соединительной муфты 8 до оси акустического волновода 4 имеет длину в диапазоне см.(2) $(1 \div 3) \cdot \frac{c}{2f_0}$.

В месте изгиба Г-образного или Т-образного промежуточного акустического волновода (20, 21) может быть установлен шаровой клапан 22 с перекрывающим элементом 30 в виде шара с отверстиями, как это показано на Фиг. 6. В одном положении шарового клапана 22 полость 10 узла акустического согласования 9 сообщена с полостью акустического волновода 4, а в другом положении полость акустического волновода 4 сообщена с внешней средой.

Акустический волновод 4 выполнен из отдельных труб 7, соединенных между собой посредством переходных муфт 23, что позволяет их легко монтировать. Кроме того в местах соединения труб могут быть установлены отражатели в виде шайб 24 отражателя с диаметром, отличающимся от внутреннего диаметра трубы 7. (Фиг. 4).

Кроме того, отражатели 5 по длине трубы 7 могут быть выполнены в виде отверстий 25 или в виде стержней 26, закрепленных во внутренних стенках труб 7 перпендикулярно оси акустического волновода 4 (Фиг. 4).

Для выравнивания давления в измеряемом резервуаре и давления в полости электроакустического преобразователя 2, чтобы обеспечить нормальные условия работы мембранны 6, выполнены компенсационные отверстия 31 и 32. В компенсационном отверстии 31, выполненном в корпусе 3 электроакустического преобразователя установлен фильтр пропускающий воздух и не пропускающий влагу, которая может помешать работе пьезоэлемента 27

Устройство для измерения уровня жидкости работает следующим образом.

Генератор импульсных сигналов (на фигурах не показан) вырабатывает периодическую последовательность прямоугольных радиоимпульсов в звуковом диапазоне частот, которые подаются (например) на тонкий дисковый пьезоэлемент 27. Изгибные колебания пьезоэлемента 27 возбуждают мембранию 6 излучающую короткие импульсные акустические сигналы. Акустическая волна распространяется через полость 10 узла акустического согласования 9, по каналу 14 диафрагмы 11 и распространяются в трубе 7 акустического волновода 4 в газовой среде. Геометрические размеры полости 10 узла акустического согласования 9 подобраны таким образом, чтобы выходное акустическое сопротивление мембранны 6 и нагрузки (акустического канала с волноводом) были равными. Узел акустического согласования 9 путем выбора геометрических размеров настраивается в резонанс с мембранией 6 на рабочей частоте.

При прохождении по акустическому волноводу 4 акустическая волна отражается от отражателей 5, находящихся выше уровня жидкости. Отражающие свойства отражателей 5 подобраны таким образом, чтобы амплитуда отраженных сигналов была в несколько раз меньше (не менее 10 раз) амплитуды отраженного сигнала от поверхности жидкости. Отражатели 5 работают как реперные точки, расстояние до которых заранее точно известно, что позволяет при обработке отраженных сигналов учесть изменяющиеся свойства внешней среды. Отражатели 5 в виде отверстий 25 чаще всего комбинируются вместе с отражателями в виде стержней 26. Если

отверстия 26 закрываются, например, каплями жидкости из-за сил поверхностного натяжения, реперные точки все же остаются.

Следует отметить, что отверстия 26 играют также роль дренажных отверстий, позволяющих выровнять уровни измеряемой среды внутри волновода и снаружи даже в случае слоистой среды.

В режиме приема сигналов, отраженных от поверхности жидкости и отражателей 5 акустический волновод 4 является источником и присоединен к каналу 14 узла акустического согласования 9. Волновое сопротивление волновода 7 также оказывается согласованным с входным сопротивлением узла акустического согласования 9 и мембранны 6.

Важным является то обстоятельство, что узел акустического согласования 9 уменьшает вторичные отражения сигналов от внутренней конструкции акустического канала, уменьшая тем самым вторичные отражения акустических сигналов. При этом повышается отношение сигнал /помеха, (отношение полезного сигнала к паразитным сигналам многократного переотражения) и, в конечном счете, повышается точность устройства измерения уровня жидкости.

Для того, чтобы устройство хорошо работало, когда используются Г-образный или Т-образный промежуточный акустический волновод необходимо, чтобы длина отрезка промежуточного акустического волновода от соединительной муфты до оси акустического волновода определялась выражением (2).

Если устройство содержит шаровой клапан 22, то канал к устройству измерения может перекрываться, а в полость трубы 7 может подаваться моющий раствор, например, для очистки емкости и трубы. Длины тупиковых полостей крана должны удовлетворять соотношению (2). Через полость трубы может также опускаться механический измеритель уровня жидкости.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для измерения уровня жидкости характеризующееся тем, что содержит корпус устройства, электроакустический преобразователь и акустический волновод с отражателями, при этом электроакустический преобразователь имеет корпус электроакустического преобразователя и выполнен мембранным, акустический волновод выполнен в виде трубы или отдельных труб и присоединен к корпусу устройства посредством соединительной муфты, внутри соединительной муфты между мембраной электроакустического преобразователя и входным отверстием волновода выполнен узел акустического согласования с полостью, соединенной с полостью волновода посредством диафрагмы с каналом, а корпус электроакустического преобразователя присоединен к корпусу устройства через демпфирующий элемент, служащий акустической и вибрационной развязкой между корпусом электроакустического преобразователя и корпусом устройства.
2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что узел акустического согласования выполнен в виде стакана с каналом в диафрагме, при этом полость стакана обращена к мембране, а канал в диафрагме к отверстию соединительной муфты.
3. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что наружная поверхность стакана, обращенная к соединительной муфте, покрыта демпфирующим материалом.
4. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что стакан выполнен составным, состоящим из втулки и диафрагмы с каналом в виде шайбы.
5. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что объем полости узла акустического согласования и размеры канала диафрагмы связаны соотношением

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{V \cdot L}}$$

где

f_0 - рабочая частота электроакустического преобразователя,

c – скорость звука,

S - площадь отверстия канала диафрагмы,

V – объем полости,

L – длина канала диафрагмы.

6. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что электроакустический преобразователь выполнен герметичным.
7. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что трубы акустического волновода соединены между собой посредством переходных муфт.
8. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что отражатели установлены в местах соединения труб и выполнены, например, в виде шайбы отражателя с диаметром, отличающимся от внутреннего диаметра трубы.
9. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что отражатели по длине трубы выполнены в виде отверстий. *е.г. 13 (корпуса) винты*
10. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что отражатели по длине трубы выполнены в виде стержней, закрепленных в стенках труб.
11. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что в корпусе электроакустического преобразователя и узле акустического согласования выполнены компенсационные отверстия для выравнивания давления между полостью акустического волновода и внутренней полостью электроакустического преобразователя, причем в компенсационном отверстии корпуса электроакустического преобразователя установлен фильтр пропускающий воздух и не пропускающий влагу.
12. Устройство для измерения уровня жидкости характеризующееся тем, что содержит корпус устройства, электроакустический преобразователь и акустический

волновод с отражателями, при этом электроакустический преобразователь имеет корпус электроакустического преобразователя и выполнен мембранным, акустический волновод выполнен в виде трубы или отдельных труб, конец акустического волновода соединен с промежуточным волноводом, выполненным Г-образной или Т-образной формы, часть промежуточного акустического волновода, которая расположена под углом к акустическому волноводу, присоединена к корпусу устройства посредством соединительной муфты, внутри соединительной муфты между мембраной электроакустического преобразователя и входным отверстием волновода выполнен узел акустического согласования с полостью, соединенной с полостью волновода посредством диафрагмы с каналом, а корпус электроакустического преобразователя присоединен к корпусу устройства через демпфирующий элемент, служащий акустической и вибрационной связью между корпусом электроакустического преобразователя и корпусом устройства.

13. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что узел акустического согласования выполнен в виде стакана с каналом диафрагмы, при этом полость стакана обращена к мемbrane, а канал в диафрагме к отверстию соединительной муфты.
14. Устройство по п. 13, отличающееся тем, что наружная поверхность стакана, обращенная к соединительной муфте, покрыта демпфирующим материалом.
15. Устройство по п. 13, отличающееся тем, что стакан выполнен составным, состоящим из втулки и диафрагмы с каналом в виде шайбы.
16. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что объем полости узла акустического согласования и размеры канала диафрагмы связаны соотношением

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{V \cdot L}}$$

где

f_0 - рабочая частота электроакустического преобразователя,

c – скорость звука,

S - площадь отверстия канала диафрагмы,

V – объем полости,

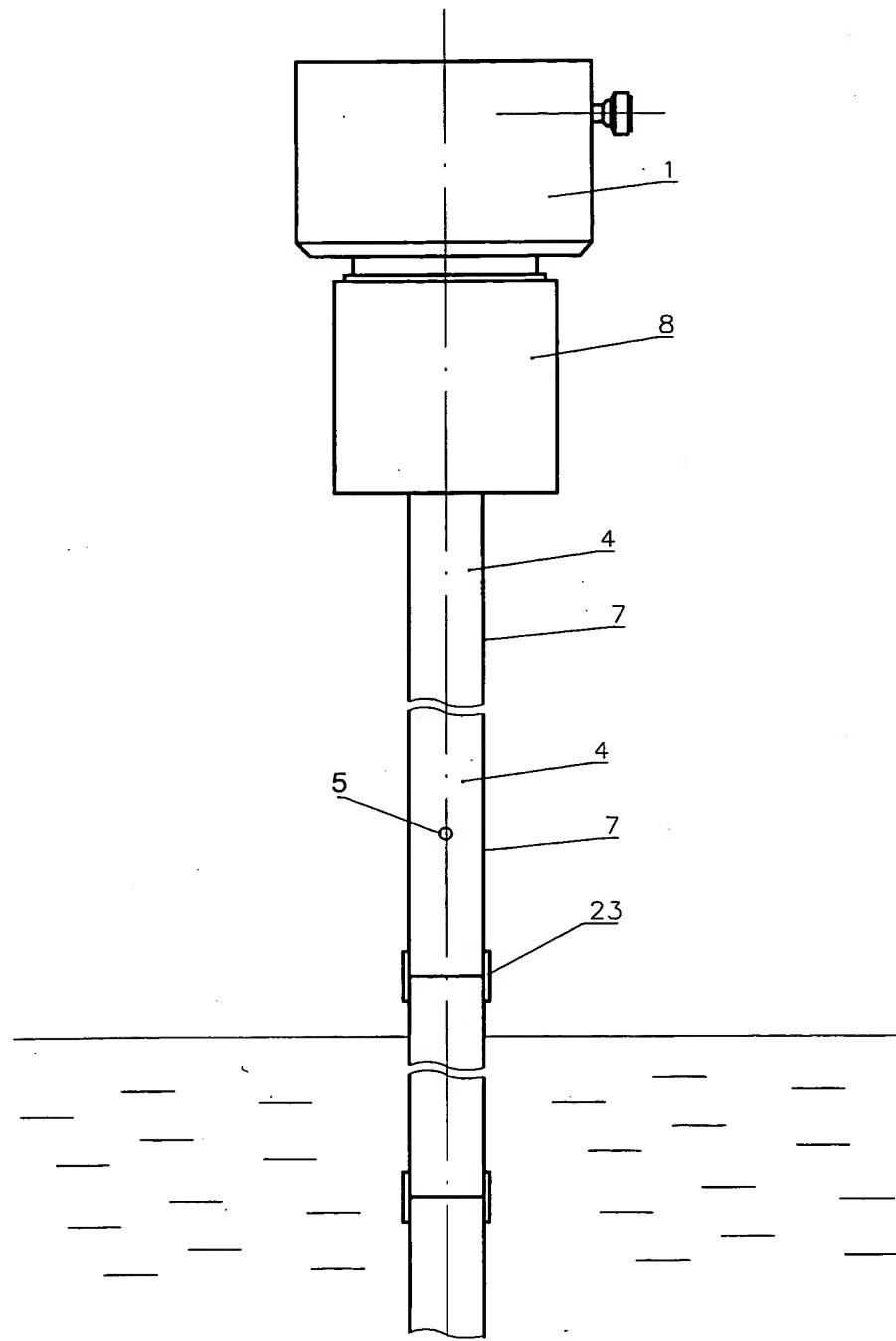
L – длина канала диафрагмы.

17. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что электроакустический преобразователь выполнен герметичным.
18. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что трубы акустического волновода соединены между собой посредством переходных муфт.
19. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что отрезок промежуточного акустического волновода от соединительной муфты до оси акустического волновода имеет длину в диапазоне $(1 \div 3) \cdot \frac{c}{2f_0}$.
20. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что в месте изгиба Г-образного или Т-образного промежуточного акустического волновода установлен шаровой клапан, в одном положении которого полость узла акустического согласования сообщена с полостью акустического волновода, а в другом положении полость акустического волновода сообщена с внешней средой.
21. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что акустический волновод выполнен из отдельных труб, соединенных между собой посредством переходных муфт.
22. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что отражатели установлены в местах соединения труб и выполнены, например, в виде шайбы отражателя с диаметром, отличающимся от внутреннего диаметра трубы.
23. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что отражатели по длине трубы выполнены в виде отверстий.

24. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что отражатели по длине трубы выполнены в виде стержней, закрепленных в стенках труб.

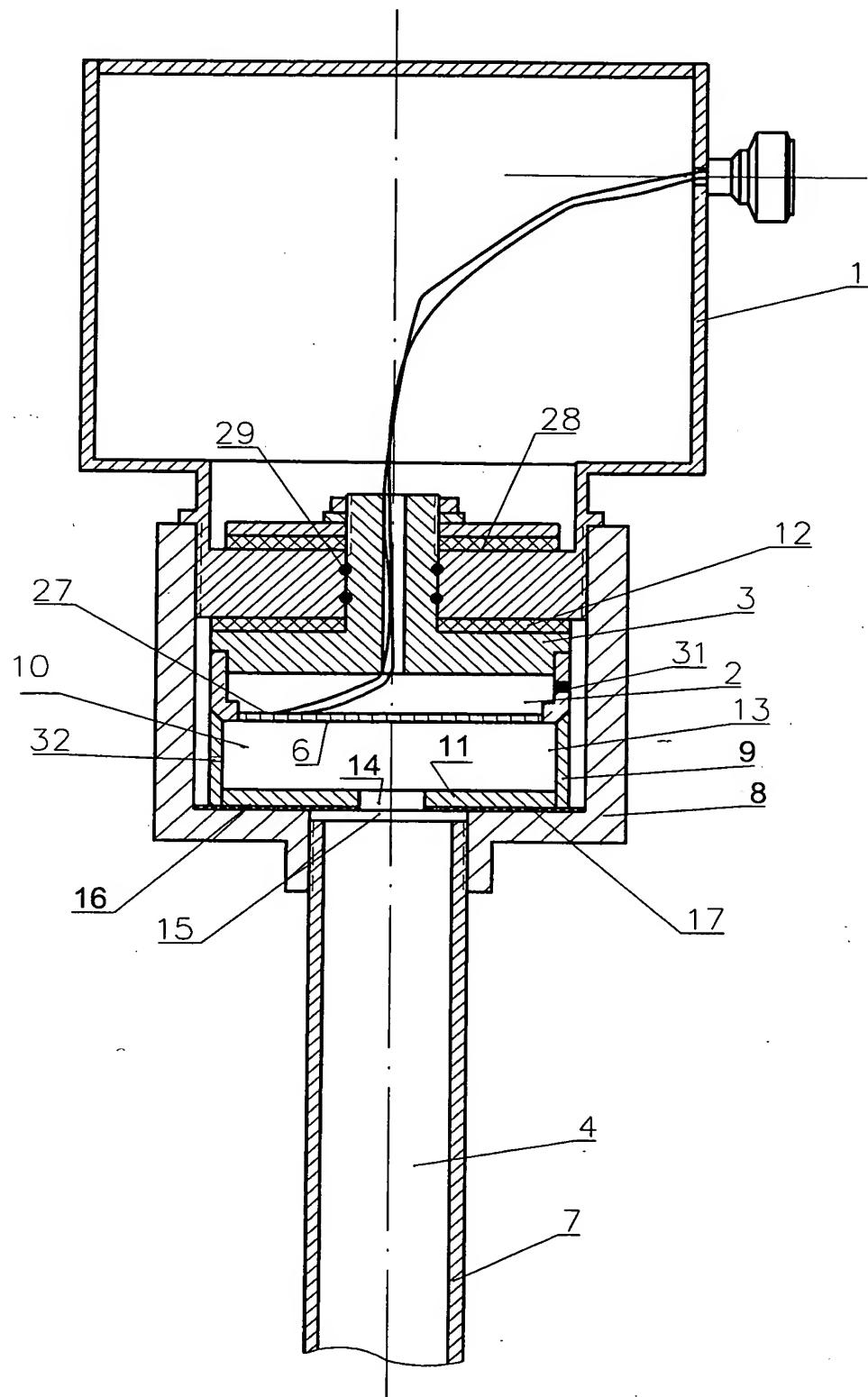
25. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что в корпусе электроакустического преобразователя и узле акустического согласования выполнены компенсационные отверстия для выравнивания давления между полостью акустического волновода и внутренней полостью электроакустического преобразователя, причем в компенсационном отверстии корпуса электроакустического преобразователя установлен фильтр пропускающий воздух и не пропускающий влагу.

Устройство для измерения уровня жидкости



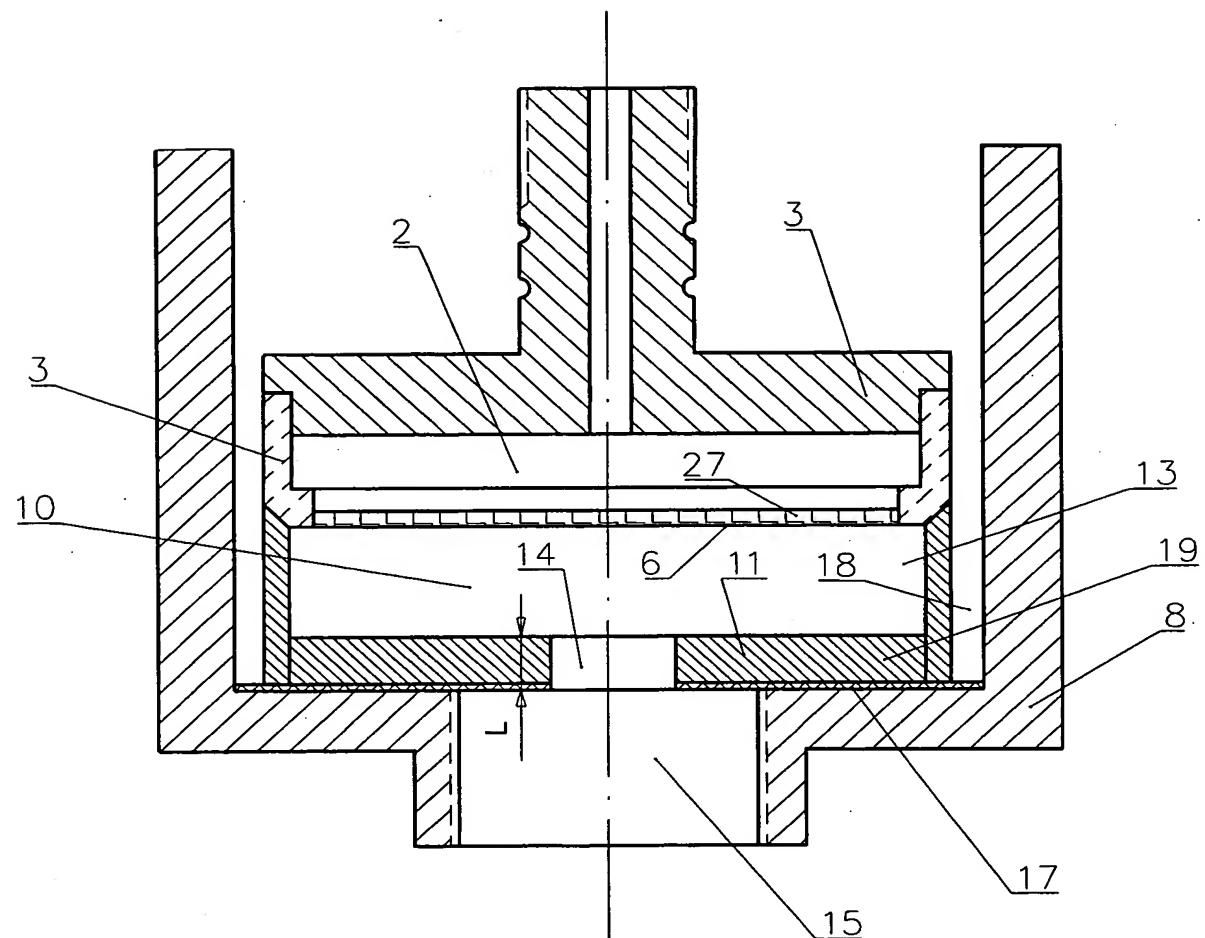
Фиг. 1

Устройство для измерения уровня жидкости



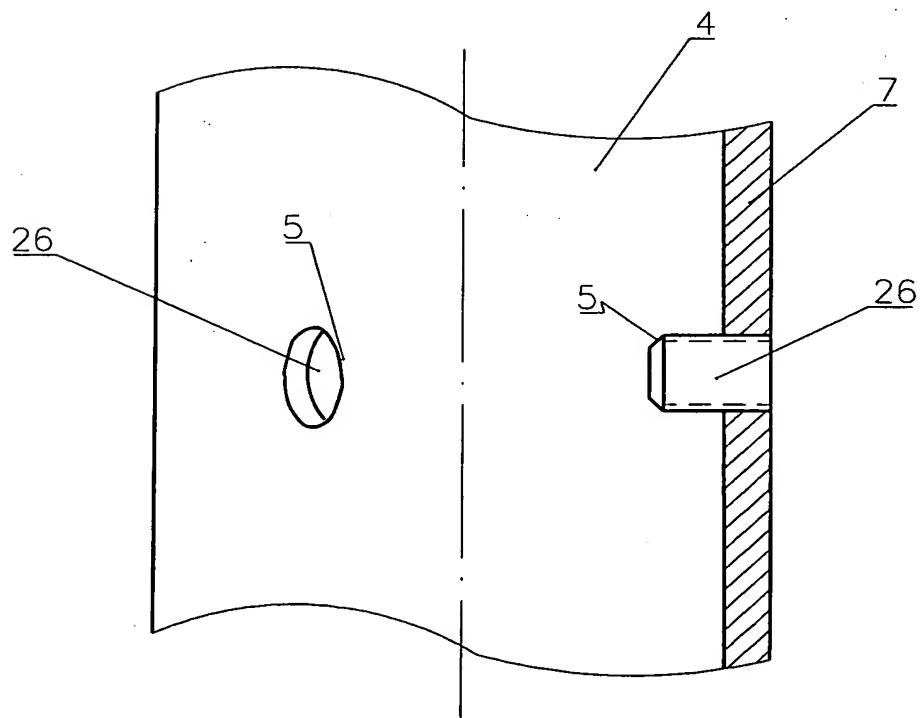
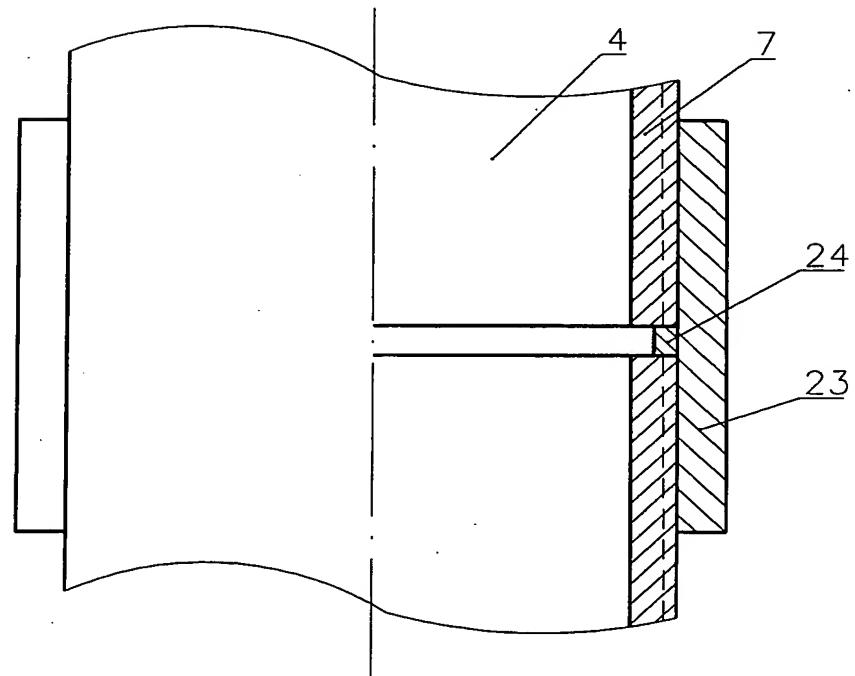
Фиг. 2

Устройство для измерения уровня жидкости



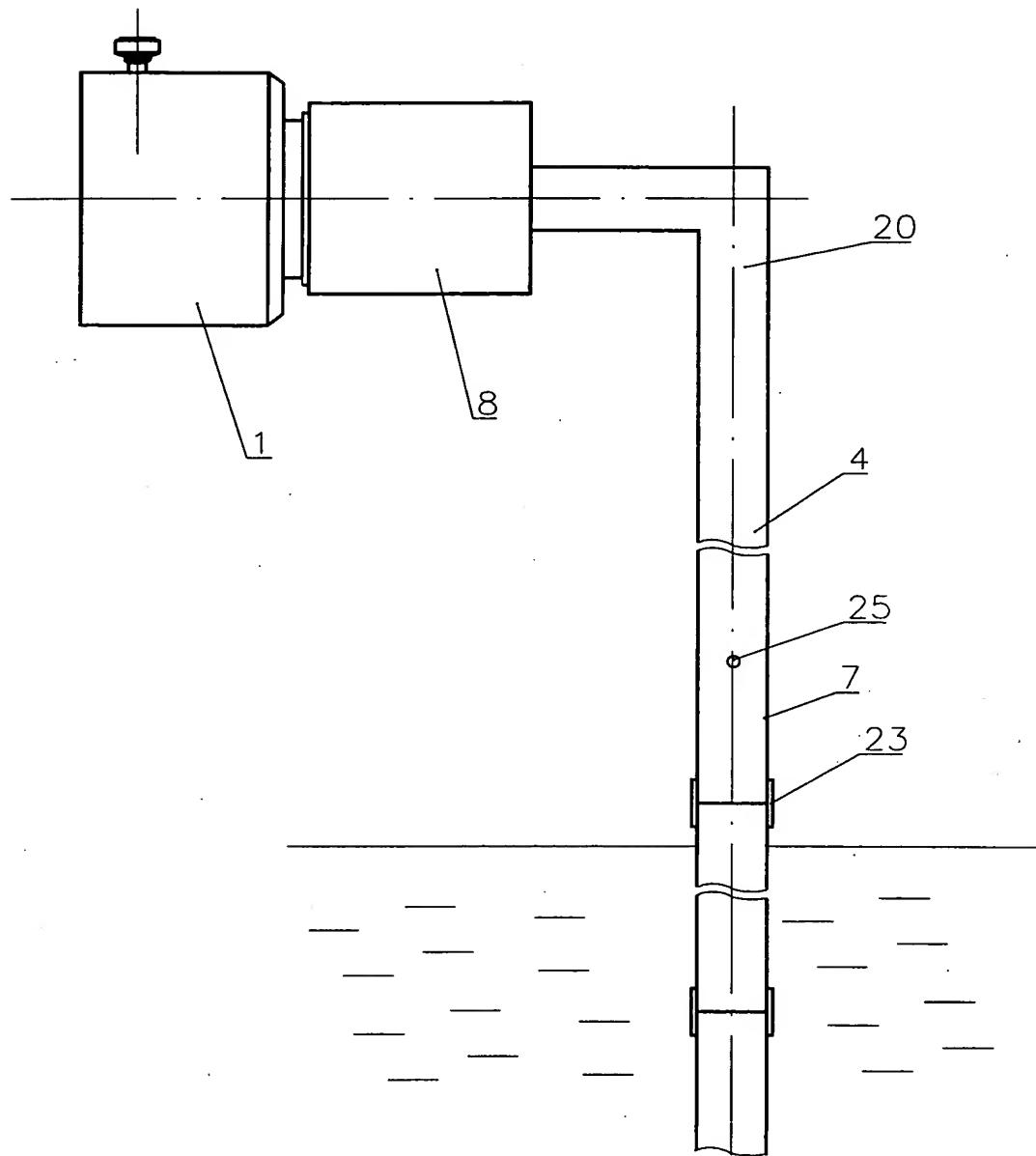
Фиг. 3

Устройство для измерения уровня жидкости



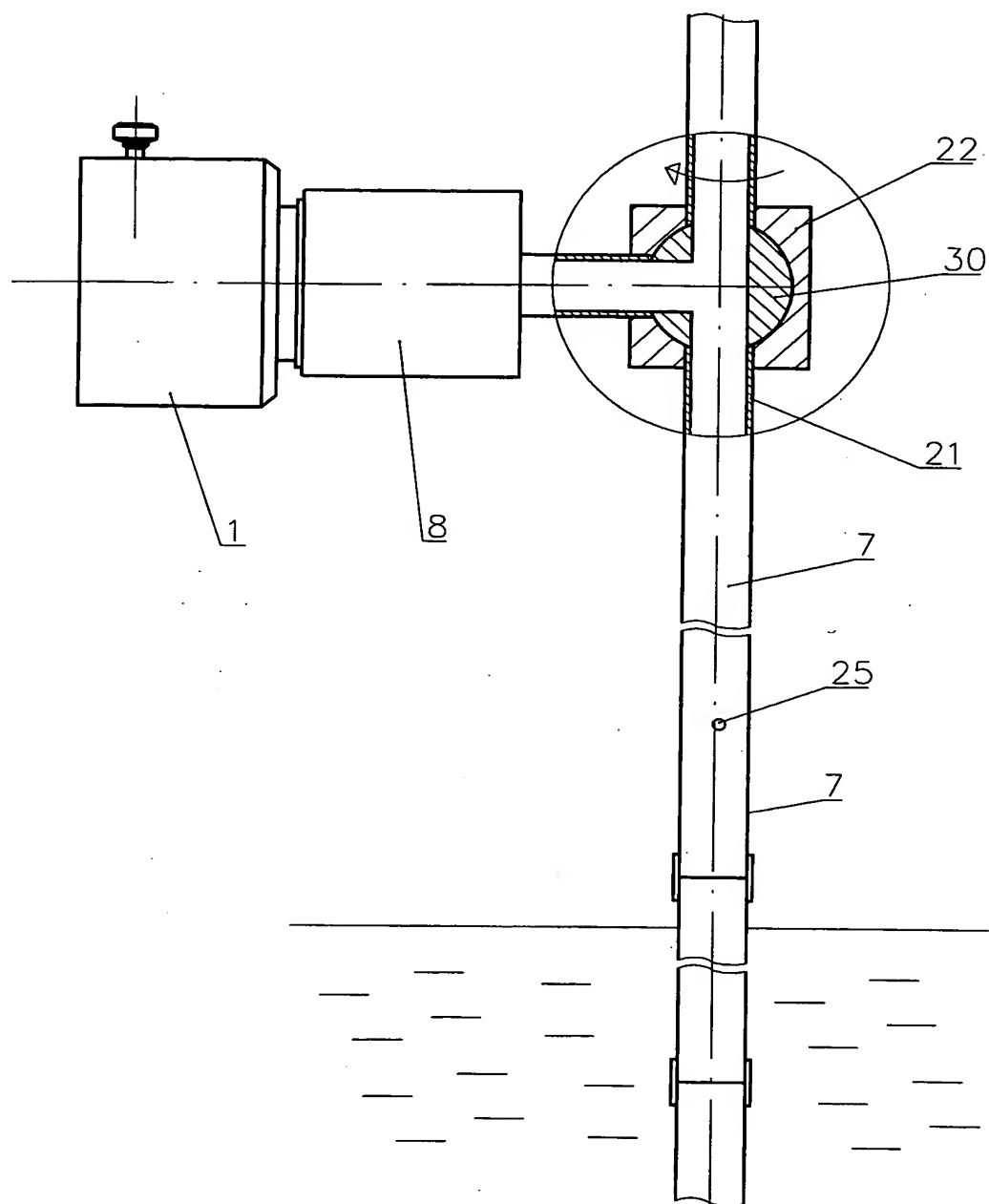
Фиг. 4

Устройство для измерения уровня жидкости



Фиг. 5

Устройство для измерения уровня жидкости



Фиг. 6

РЕФЕРАТ

Устройство для измерения уровня жидкости

Изобретение относится к устройствам индикации уровня жидкости путем измерения параметров звуковых волн проходящих по волноводу и отраженных от поверхности жидкости.

Устройство содержит электроакустический преобразователь в корпусе и акустический волновод с отражателями, погруженными в жидкость, Электроакустический преобразователь выполнен мембранным. Акустический волновод выполнен в виде трубы или отдельных труб и присоединен к корпусу устройства посредством соединительной муфты. Внутри соединительной муфты между мембраной электроакустического преобразователя и входным отверстием волновода выполнен узел акустического согласования с полостью, соединенной с полостью волновода посредством диафрагмы с каналом. Корпус электроакустического преобразователя присоединен к корпусу устройства через демпфирующий элемент, служащий акустической развязкой между электроакустическим преобразователем и основным корпусом устройства. В другом варианте конец акустического волновода соединен с промежуточным волноводом, выполненным Г-образной или Т-образной формы.